

## DEVICE FOR FORMING CERAMIC COIL SPRING

Patent Number: JP1110906  
Publication date: 1989-04-27  
Inventor(s): NAKATANI MASAHIKO; others: 04  
Applicant(s): NHK SPRING CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP1110906  
Application Number: JP19870268329 19871026  
Priority Number(s):  
IPC Classification: B28B1/40  
EC Classification:  
Equivalents: JP2597371B2

### Abstract

**PURPOSE:** To prevent wire from breaking, deforming and the like and consequently reduce the scattering in shape by a method wherein a coiling mandrel or an automatic coiling machine is arranged at the latter stage of a solvent tank, in which dry wire mainly made of ceramic powder is immersed.

**CONSTITUTION:** Wire 10 is produced by extruding stock, which is prepared by blending ceramic powder, organic material for giving formability and water or the like as solvent with one another in the predetermined blending ratio, through a die. The wire 10 is immersed in coiling solvent 21 in a solvent tank 22 so as to be brought in the state being fully given plasticity and, after that, coiled by being wound round the mandrel 23 of a lathe type coiling machine.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-110906

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 28 B 1/40

識別記号 庁内整理番号  
B-6865-4G

④ 公開 平成1年(1989)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 セラミックスコイルばねの成形装置

⑭ 特 願 昭62-268329

⑮ 出 願 昭62(1987)10月26日

⑯ 発 明 者 中 谷 雅 彦 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内  
⑰ 発 明 者 佐 藤 繁 美 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内  
⑱ 発 明 者 東 野 豊 之 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内  
⑲ 発 明 者 埜 村 秀 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地 株式会社日発グループ中央研究所内  
⑳ 出 願 人 日本発条株式会社 神奈川県横浜市磯子区新磯子町1番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名  
最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

セラミックスコイルばねの成形装置

2. 特許請求の範囲

(1) セラミックス粉体を主成分とする乾燥した線材を浸漬させる溶媒槽と、該溶媒槽の後段に配置されたコイリング用の芯棒又は自動コイリングマシンとを具備したことを特徴とするセラミックスコイルばねの成形装置。

(2) 溶媒槽の前段に、セラミックス粉体を主成分とする混練物を線材に成形する押出成形機及び該線材を乾燥する乾燥炉を設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のセラミックスコイルばねの成形装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はセラミックスコイルばねの成形装置に関する。

(従来の技術)

コイルばねは各種機械にとって重要な部品とし

て用いられている。こうしたコイルばねは金属材料から製造されてきたが、金属製コイルばねは耐熱性、耐食性、耐摩耗性等の特性に劣るため、近年、これらの特性を改善し得るセラミックス製のコイルばねの製造が試みられている。

セラミックスコイルばねの製造方法としては、セラミックス粉体原料に成形性を付与する有機材料とその溶剤とを混練し、この混練物を押し出して得られるセラミックス線材を用いて目的とするコイル形状のコイルばねを得る方法が行なわれている。

成形性を付与する有機材料として水溶性のものを、その溶剤として水を使用してコイルばねを製造した場合、以下の問題が生じる。

① 線材に含まれる水分が多い場合(高含水率の線材)

コイリング自体は容易であるが、コイリング用の芯棒に巻きつけるとコイリング時に内側(内径)がつぶれやすい。また、この状態で乾燥させると、水分の蒸発に伴う乾燥収縮で線切れ、及び

更にコイル内径のつぶれが生じる。なお、高含水率の線材を用いてコイリングした場合、コイリング直後に芯棒から成形体を取り外すと、保形性がなくコイル形状を保持しない。

②逆に線材に含まれる水分が少ない場合

セラミックス押出原料の混練時に添加水分量を少なくするか、又は押し出した線材を乾燥させて水分量を少なくし、コイリング後の乾燥収縮をできるだけ小さくしようとする、と、線材が硬くなり、その後のコイリング作業が困難でコイリング時に線切れを生じる。また、雰囲気（温度、湿度等）によってコイリングの状況が大きく影響されるため、コイリング可能な条件が限定される。また、微量な水分量の変化により、乾燥後の形状ばらつきが大きい。したがって、線径1mm以下の細線のコイリング及び $D/d$ （ $D$ ：コイル平均径、 $d$ ：線径）の小さいコイリングが困難である。

そこで、一般的に考えられるセラミックスコイルばねの製造方法としては、例えば以下のような方法が知られている。

が乾燥後（水分調整後）においても有利に保持し得るように界面活性剤、多価アルコールを多添加している。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、従来の方法には以下のような問題がある。

①コイリング後の線切れ等を発生させないように線材を得るために、乾燥による水分調整に微妙なコントロールを必要とする。

②線材の可塑性が乾燥後においても有利に保持し得るため、コイリング後の保形性に乏しい。したがって、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に巻いたまま焼結する必要がある。

③芯棒として線材と同様な熱収縮特性を有するものを用いているため、線切れやコイルの内側の変形をある程度防止することができるが、仮焼結まで行なうため再使用することができず、芯棒に要するコストが高くなる。

④芯棒として線材と同様な熱収縮特性を有するものを用いる必要があるため、コイリングマシン

①セラミックス粉体原料と、メチルセルローズ、界面活性剤、多価アルコール及び水とを混練し、押出成形して線材を得た後、芯棒にコイリングし、そのまま仮焼結し、その後芯棒を取り外して本焼結する方法（特開昭62-7659号公報）。

②上記方法を改良して等ピッチのコイルばねを得るために、セラミックス粉体を主原料とする押出加工された線材を水分調整し、該線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に、間隔保持用コイル材とともに巻き付け、アルミナ粉末中に埋め込んで仮焼結を行ない、仮焼結された線材を芯棒から取り外して本焼結する方法（特開昭62-25013号公報）。

なお、これらの方法をブロック図で示すと第6図のようになる。第6図に示すように、これらの方法では原料の混練物を押出成形して線材を得た後、乾燥操作により線材を所定の水分率まで、一般に約3%以下の値まで低下させることにより、セラミックスコイルばねの成形が可能なように線材の可塑性を調整している。なお、線材の可塑性

を利用して金属ばねと同様な方法でコイリングすることができず、量産性がない。

以上のように従来の方法はコスト、歩留り等の観点から量産性の乏しい方法である。

本発明は上記問題点を解決し、細線のコイリングや $D/d$ の小さいコイリングが可能で、線材の線切れや変形等を防止でき、形状ばらつきも小さくすることができる量産性のあるセラミックスコイルばねの成形装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段と作用〕

本発明のセラミックスコイルばねの成形装置は、セラミックス粉体を主成分とする乾燥した線材を浸漬させる溶媒槽と、該溶媒槽の後段に配置されたコイリング用の芯棒又は自動コイリングマシンとを具備したことを特徴とするものである。

本発明においては、線材を成形するために、溶媒槽の前段に、セラミックス粉体を主成分とする混練物を線材に成形する押出成形機及び該線材を乾燥する乾燥炉を設けてもよい。

本発明において、原料となるセラミックス粉体は、酸化物系セラミックスでもよいし、非酸化物系セラミックスでもよい。酸化物系セラミックスとしては、例えばアルミナ、ムライト、部分安定化ジルコニア等が挙げられる。また、非酸化物系セラミックスとしては、例えば窒化ケイ素、炭化ケイ素、サイアロン等が挙げられる。

本発明において、添加する有機材料（一般にバインダーとも呼ばれる）は、セラミックス粉体のような非可塑性原料の成形において可塑性、保形性を付与し、しかも焼結により分解、飛散して焼結体に不純物などの残渣を残さないという特長を有している。

使用される有機材料には結合剤、可塑性剤、分散剤などがある。これらは一般的に以下の機能を持つことが知られている。

結合剤はグリーン成形体の強度保持として機能するものであり、その配合量が少な過ぎると、得られる混練物がもろくなって押出成形やコイル状への加工が困難となる。また、その配合量があま

りにも多くなると、ダイス（ノズル）からの押出成形が困難となるなどの問題を発生する。

可塑性剤は可塑性、柔軟性を与える機能で、押出成形や押出成形して得られた線材に良好な柔軟性を与える。その配合量が少な過ぎると、混練物の粘性が高くなり、押出が困難となる問題を発生し、またその配合量があまりにも多すぎると、混練物の強度が低下し、コイル形状の保形性がなくなるなどの問題が発生する。

分散剤はセラミックス粉体と有機材料を混練したときの均一分散及び有機材料の溶剤の添加量を低減させる機能をもつ。

結合剤として水溶性のものを用いる場合、溶媒槽に収容された溶媒に溶解しにくいもの、例えばメチルセルロースが用いられる。可塑性剤としては水溶性で、かつ溶媒槽中の溶媒に溶解しやすいもの（両親媒性のもの）が選択される。こうした可塑性剤としては、例えばポリエチレングリコールが挙げられる。また、ポリエチレングリコールの一端又は両端を種々の親水基で置換したものでもよ

い。以上の各原料は、適当な配合比で配合され、混練された後、例えば押出成形機により線材に成形され、更に水分をほとんど除去し、十分に乾燥収縮した状態まで乾燥される。

本発明において、溶媒槽に収容された溶媒は、乾燥された線材に可塑性を付与する作用を有する（以下、この溶媒をコイリング溶媒と記す）。こうしたコイリング溶媒としては、セラミックス粉体粒子間に浸透しやすく、有機材料を軟化させて可塑性を付与させるものが用いられる。すなわち、水溶性結合剤（例えばメチルセルロース）を軟化させるが溶解させにくく、可塑性成分を溶解させる作用を有するものが用いられ、具体的にはアルコール、エステル、ケトン、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素、塩素化炭化水素の群から選択される単独溶媒もしくは2種以上の混合溶媒、又はアルコールと少量の水との混合溶媒が挙げられる。特に、エステル、ケトンと塩素化炭化水素との混合溶媒、アルコールと塩素化炭化水素との混合溶媒等が望ましい。上記のよう

な混合溶媒は表面張力が小さく、線材表面の空孔等からセラミックス粉体粒子間に入り込みやすいので、可塑性化効果により、また有機材料の軟化により線材に可塑性を付与するのに有利である。また、コイリング溶媒として混合溶媒を用いれば、その組成比により有機材料（結合剤、可塑性剤の溶解性）を調整でき、また乾燥時の溶媒の蒸発速度を調整できるので、コイリング条件の選択の幅が広がる。

本発明の成形装置では、溶媒槽のコイリング溶媒に浸漬されて可塑性が付与された線材は、旋盤式コイリングマシンの芯棒に巻かれるか、又は自動コイリングマシンによりコイリングされる。その後、コイル状成形体を乾燥、脱バインダし、更に焼結することによりセラミックスコイルばねが製造される。

本発明の成形装置では、水分を除去して乾燥収縮させた線材をコイリング溶媒に浸漬する際に、線材がコイリング溶媒を吸収してコイリングに必要な可塑性が付与される。そして、線材の乾燥後

にはコイリング溶媒によって可塑成分（ポリエチレングリコール等）が溶出し、かつ結合剤（メチルセルローズ）はコイリング溶媒によって軟化するだけで、ほとんど溶解、膨潤していないので、良好な保形性が得られる。したがって、従来のように線材中に含まれる水分及び有機材料（結合剤、可塑剤等）によって、線材のコイリングに必要な可塑性を付与する場合と異なり、①水分調整がいらない、②保形性がよい、③線材と同様な熱収縮特性を有する芯棒に巻いたまま焼結する必要がない、④従来の金属ばねと同様にコイリングマシンが使用できる、⑤量産性がある、という効果を得ることができる。そして、線材の線切れ等を防止でき、細線のコイリングやD/dの小さいコイリングが可能で、成形体の形状ばらつきも小さくすることができる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第4図は線材の成形装置を示す構成図である。

第1図の装置は、線材に可塑性を付与するコイリング溶媒21を収容した溶媒槽22と、旋盤式コイリングマシン（芯棒23のみを図示）とを有するものである。第1図において、線材10は溶媒槽22内のコイリング溶媒21に浸漬されており、この線材10はコイリング溶媒21によって十分な可塑性が付与された状態で旋盤式コイリングマシンの芯棒23に巻かれてコイリングされる。芯棒23への線材10の固定は、第2図(a)及び(b)に示すように、芯棒23に孔23aを設けておき、この孔23aに線材10の端部を挿入することにより行なわれる。なお、線材10の端部を接着テープで芯棒23により固定してもよい。その後、線材10がコイリングされた芯棒23をオープン（図示せず）中に挿入してコイリング溶媒を蒸発させることにより乾燥する。

更に、線材10の端部を切断した後、線材10を芯棒23から取り外し、焼結炉内で焼結することにより、セラミックス焼結体からなるコイルばねが製造される。

第3図図示の装置は、線材に可塑性を付与する

第4図に示すように、線材の成形装置は、押出成形機1、乾燥炉11及び巻取ドラム12から構成されている。上記押出成形機1の内部には第1及び第2のスクリー2、3が設けられ、第1のスクリー2はメインモータ4及び振動モータ5によって、第2のスクリー3はモータ6によってそれぞれ回転するようになっている。また、押出成形機1の内部は真空ポンプ7によって減圧にされる。押出成形機1のホッパー8からは、セラミックス粉末、成形性を付与する有機材料とその溶剤である水等を所定の配合比で配合して調整された原料が供給される。そして、原料は第1及び第2のスクリー2、3によって混練され、ダイス9を通して押出されて線材10となり、乾燥炉11で乾燥収縮した状態まで乾燥された後、径の大きい巻取ドラム12に巻取られる。なお、線材の断面形状は真円に限らず、だ円、四角形でもよい。

上記のようにして作製された乾燥状態の線材のコイリングは、第1図又は第3図に示す装置によって行なわれる。

コイリング溶媒21を収容した溶媒槽22と、自動コイリングマシン31とを有するものである。第3図において、線材10は回転可能な支持台24上に巻かれており、溶媒槽22内のコイリング溶媒21に浸漬されて十分な可塑性が付与された状態で、自動コイリングマシン31によってコイリングされる。自動コイリングマシン31では、線材10は矯正ローラ32及び送りローラ33によって送られ、ガイド34を通して芯棒35に沿ってコイリングピン36、37で設定された曲率及びピッチツール38で設定されたピッチでコイリングされた後、カッティングツール39で切断される。また、乾燥はドライヤ40で行なわれる。

更に、線材10を芯棒35から取り外し、焼結炉内で焼結することにより、セラミックス焼結体からなるコイルばねが製造される。

以下、第1図、第3図、第4図図示の装置を使用し、第5図にブロック図で示す方法に従ってセラミックスコイルばねを製造した例について説明する。

## 製造例 1

部分安定化ジルコニア 100重量部、メチルセルロース 4重量部、ポリエチレングリコール 4重量部、グリセリン 4重量部、ポリカルボン酸アンモニウム塩 0.5重量部、水 16重量部を配合して原料を調整し、第4図図示の押出成形機1に供給して口径0.55mmのダイス9から線材10を押出した後、この線材10を80~120℃に設定された乾燥炉11内を通過させて乾燥し、550mm径の巻取りドラム12に巻取った。この線材10の線径は0.52mmであった。

次に、溶媒槽22にコイリング溶媒21としてエチルアルコール50vol%+イソプロピルアルコール50vol%の混合溶媒を収容し、巻取りドラム12から取り外した線材10を1分以上浸漬し、第1図及び第2図(a)、(b)に示すように旋盤式コイリングマシンの芯棒23にコイリングした。

つづいて、コイリング溶媒を揮発させるために70℃のオーブンで1分以上加熱した後、線材10の両端部を切断し、芯棒23よりコイル状成形体を取

ねを製造することができた。

## 〔発明の効果〕

本発明のセラミックスコイルばねの成形装置によれば、線径1mm以下の細線のコイリングやD/dの小さいコイリングが可能であり、線切れ、コイル内側の変形がなくなるとともに、形状ばらつきも少なくなり、歩留りが向上する。また、金属ばねと同様に自動コイリングマシンによる成形が可能となり、成形速度が大幅に向上する。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例におけるセラミックスコイルばねの成形装置を示す構成図、第2図(a)は同装置の芯棒への線材の固定状態を示す正面図、同図(b)は同側面図、第3図は本発明の他の実施例におけるセラミックスコイルばねの成形装置を示す構成図、第4図は本発明の実施例において用いられた線材の成形装置を示す構成図、第5図は本発明の実施例におけるセラミックスコイルばねの製造方法を示すブロック図、第6図は従来のセラミックスコイルばねの製造方法を示すプロ

リ外した。得られたコイル状成形体の形状は線径0.52mm、コイル平均径10.0mm、有効巻数6巻、総巻数8巻、自由長11mmであった。

次いで、このコイル状成形体を焼結してセラミックスコイルばねを製造した。得られたコイルばねの形状は線径0.40mm、コイル平均径8.1mm、有効巻数6巻、総巻数8巻、自由長10.0mmであった。

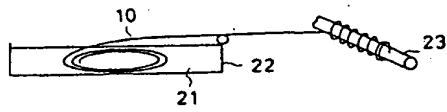
## 製造例 2

上記製造例1と同様に第4図図示の装置を用いて成形した線材10を、第3図図示の装置を用いてコイリングした。この場合、線材10をコイリング溶媒21に1分以上浸漬し、上記製造例1と同一の形状となるように、自動コイリングマシン31のコイリングピン36、37及びピッチツール38を配置してコイリングし、同時にドライヤ40でコイリング溶媒を揮発させた。そして、カッティングツール38で末端を切断してコイル状成形体を得た。次いで、このコイル状成形体を焼結したところ、上記製造例1とほぼ同一形状のセラミックスコイルば

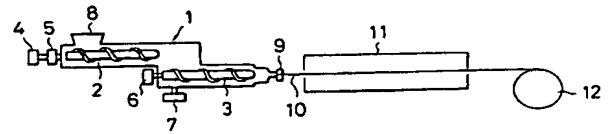
ね図である。

10…線材 21…コイリング溶媒、22…溶媒槽、31…自動コイリングマシン、32…矯正ロール、33…送りロール、34…ガイド、35…芯棒、36、37…コイリングピン、38…ピッチツール、39…カッティングツール、40…ドライヤ。

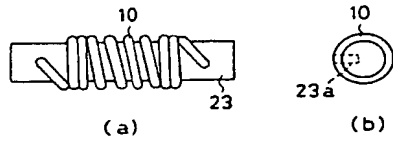
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



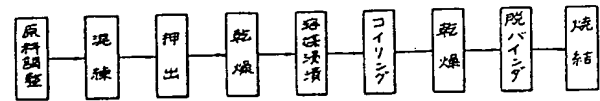
第 1 図



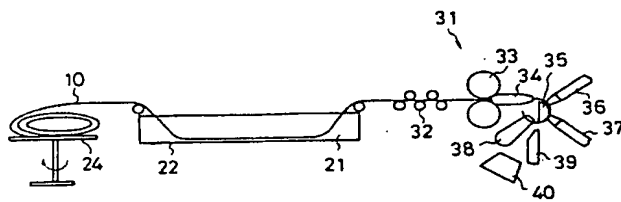
第 4 図



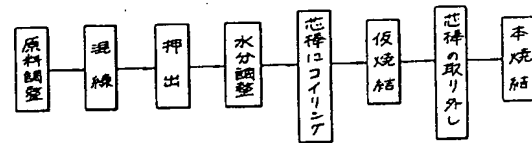
第 2 図



第 5 図



第 3 図



第 6 図

第 1 頁の続き

⑦発 明 者 安 達

隆 介

神奈川県横浜市磯子区新磯子町 1 番地 株式会社日発グループ中央研究所内